中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）35(3)：318～334（1986）

轉作田玉米肥料需要量與土壤肥力之關係[1]

連　　深[2]

摘要：本試驗於兩年期間舉辦秋作試驗16處和春作試驗13處，探討臺農351號玉米在轉作田之肥料需要量與土壤肥力之關係，並概定各種要素之需肥診斷基準如下：

（1）各地之玉米施肥效應以氮和磷較高，鉀較低。秋作之氮素需要量平均爲180公斤／公頃左右，其經濟用量平均則約爲 165公斤／公頃。氮肥效應之土壤間差異很大，但與有機質含量亦有粗略之負相關；故個別地點之氮需要量可由土壤有機質含量和該地之收量潛力決定。

（2）秋作磷酐的經濟用量平均在100公斤／公頃左右。各地磷肥效應與土壤有效磷測定值有密切關連，其中與 Olsen 氏法之測定值關係較佳。土壤磷之診斷基準與磷肥之推薦量暫定如文中表4。

（3）秋作鉀（K_2O）之經濟用量平均約爲75公斤／公頃。各地之鉀肥效應亦與土壤之置換性鉀或孟立克氏鉀含量有粗略相關。土壤鉀測定值之診斷基準與鉀肥之推薦量暫定如文中表5。

（4）收量6.5噸／公頃之玉米植株三要素吸收量爲 N、P_2O_5、K_2O 各 120、45、100～120公斤／公頃；其中子實之三要素奪取量各爲 85、35、24 公斤／公頃。故 N、P_2O_5 之推薦量各165 和 100公斤／公頃實際上均已超過此等要素之植株全吸收量或子實之奪取量；吸收剩餘之磷肥固可蓄積於土壤中而提高其磷肥力，但剩餘之氮素在土壤中之動向却值得注意。

（5）以上三要素推薦量係以中南部秋作爲主所定。由於北部及東部爲主之春作收量水準顯著低於秋作，其三要素需要量亦較秋作爲低；氮、磷酐、氧化鉀平均需要量各在 100～150、50～100、50 公斤／公頃左右；上述各表中之不同土壤肥力級別磷、鉀推薦量於春作時亦應酌量減少。

又以上各種施肥推薦量係以整地栽培爲主之情形下所定；在不整地情形下因氮肥的揮失、固定等較多而土壤氮的礦化供應却減，其氮推薦量一般應較整地者酌予增高。

（6）玉米葉鎂濃度與土壤中之置換性鎂含量關係不大，却與其置換性鎂／鉀比及葉鉀濃度關係密切，各呈顯著的正、負相關。故土壤中之置換性鎂含量很低固可導致玉米缺鎂，鉀肥施量過多亦會導致缺鎂現象。

在本試驗中雖有少數地點之玉米呈缺鎂徵狀，但施鎂之效果却甚有限，詳細情形尙待進一步試驗。

稻田轉作爲政府既定重要政策，而玉米栽培爲其最重要之一環。行政院核定之「稻米生產及稻田轉作六年計畫，將飼料玉米列爲重點作物，計畫轉作面積至七十八年將累增至八萬五千公頃[1]，故玉米栽培面積包括一般旱地，屆時將達十二萬多公頃。

爲配合上項政策之推行，轉作田玉米栽培技術之試驗研究乃爲目前之重要工作，而肥培管理之研究亦爲其重要一環。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1291號。

2.本所研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

有關玉米之肥培試驗，過去之對象多爲冬季裡作，品種均屬早熟者，而試驗地點則偏於旱作地區。由於新育成之高產品系臺農 351 號係屬中熟、全季型品種，稻田轉作之環境亦與長期旱田之情況迥異，其三素素施肥適量及影響肥料效應之有關營養因素，乃有加以優先探討之必要。

材料與方法

1.試驗地點及土壤理化性質

（1）秋作（九月中、下旬播種，翌年一～二月收穫）：72年在本島中、南部八處，73年在本島中、南部七處及東部一處進行。試驗地點土壤之理化性質如表 1。

表 1. 秋作各試驗地土壤之理化性質

Table 1. Experimental locations and their soil properties (fall crops, 1983 and 1984).

地點	質地	pH	有機質 (%)	有效性磷 (ppm)		置換性 (ppm)		非置換性 K(ppm)	母質	土系
				Bray 1[2]	Olsen	K	Mg			
1893年[1]										
臺中外埔 表土	L	5.7	1.5	13.8	14.8	41	122	190	砂頁岩冲積紅壤（55公分以下）	臺中本堂村 TPt
臺中外埔 底土	L	6.4	1.0	3.4	5.7	46	137	170		
臺中霧峰 表土	SiL	5.0	1.4	3.6	7.9	95	200	255	粘板岩	臺中七塊厝
臺中霧峰 底土	SiL	6.5	1.0	2.5	4.8	62	240	240	砂頁岩	TCt
彰化二林 表土	SiL	7.4	2.0	0	23.7	54	302	210	粘板岩	二林
彰化二林 底土	SiL	7.8	1.5	0	18.0	56	311	215	新冲積	Eh
雲林二崙 表土	S L	7.3	1.6	19.5	15.8	90	178	225	粘板岩	二林
雲林二崙 底土	SiL	7.5	1.6	27.6	24.8	89	203	243	老冲積	Eh
嘉義鹿草 表土	SiCL	6.5	1.9	16.0	16.8	116	509	675	臺灣粘土	善化、五甲
嘉義鹿草 底土	SiCL	6.4	2.2	16.0	27.2	162	505	725	老冲積	勢 Sh, Wu
臺南新營 表土	SiL	5.0	1.8	5.2	8.8	104	227	355	同上	五甲勢、後
臺南新營 底土	SiCL	5.3	1.3	6.8	12.0	128	276	375		壁 Wu, Hd
屏東新園 表土	SiL	6.0	1.9	21.8	22.7	59	165	215	砂頁岩	後壁
屏東新園 底土	C L	6.0	1.4	15.4	16.8	53	203	225	老冲積	Hd
屏東高樹 表土	SiL	6.1	1.5	50.8	30.5	60	75	115	粘板岩	高樹
屏東高樹 底土	SiL	5.0	0.9	14.5	11.0	90	95	95	老冲積	Ks
1984年										
臺中外埔 表土	L	4.6	2.4	16.1	15.8	56	100	85	砂頁岩紅壤（55公分以下）	臺中本堂村 TPt
臺中外埔 底土	L	6.0	1.9	5.4	6.1	41	125	105		
臺中霧峰 表土	SiL	5.3	2.0	14.3	18.3	106	160	153	粘板岩	臺中七塊厝
臺中霧峰 底土	SiL	6.4	1.4	3.5	7.4	45	190	153	砂頁岩	TCt
彰化二林 表土	L	6.7	1.9	12.2	12.9	78	120	191	粘板岩	路上厝
彰化二林 底土	L	7.2	1.4	4.0	5.5	51	130	182	新冲積	Ls
嘉義鹿草 表土	L	7.3	1.9	45.1	45.5	98	195	258	臺灣粘土老冲積	林鳳營 Lh
臺南歸仁 表土	SiL	5.9	1.3	39.3	27.8	72	230	258	砂頁岩新冲積	埤子頭 Pi
屏東萬丹 表土	SiL	5.9	3.9	23.9	17.9	71	140	147	粘板岩	過溪子
屏東萬丹 底土	SiCL	7.1	2.4	6.8	9.2	39	150	148	老冲積	Kc
屏東萬巒 表土	SiCL	5.1	4.1	28.0	26.1	161	160	113	同上	石光見
屏東萬巒 底土	SiCL	6.0	2.5	14.5	16.8	92	180	116		Sc
臺東關山 表土	SiL	6.5	2.7	5.6	3.4	23	33	82	片岩冲積	瑞穗
臺東關山 底土	SiL	7.5	2.1	4.6	4.9	16	33	114		Js

[1] 表土 0～15cm，底土 15～30cm。 [2] 抽出液 pH 3.5。

（2）春作（二～三月間播種，六～七月間收穫）：73年在本島東部、北部及中部共八處，74年仍在本島東部及北部共五處進行。試驗地點土壤之理化性質如表2。

表 2. 春作各試驗地土壤之理化性質

Table 2. Experimental locations and their soil properties (spring crops, 1984 and 1985).

地點	質地	pH	有機質 (%)	有效性磷 (ppm) Bray 1[2]	Olsen	置換性 (ppm) K	Mg	非置換性 K(ppm)	母質	土系
1984年										
臺東[1]										
太麻里 表土	SiL	5.2	2.9	42.9	20.3	43	28		片岩冲積	瑞穗 Js
太麻里 底土	SiL	6.1	1.9	9.1	5.8	28	24			
臺東										
成功 表土	L	6.3	4.0	25.6	30.2	145	563		黑色土	—
成功 底土	L	6.9	3.7	20.2	31.3	123	500			
花蓮										
玉里 表土	L	5.7	2.6	12.7	7.5	40	39		片岩及粘板岩	瑞穗 Js
花蓮										
吉安 表土	SiL	7.3	1.9	0	14.1	38	66		片岩（石灰性）	瑞穗 Js
新竹										
竹北 表土	L	4.8	1.9	4.9	6.1	55	213		紅壤母質冲積	南崁溪 Nc
竹北 底土	L	6.3	2.0	3.5	4.1	35	219			
桃園										
新屋 表土	SiL	5.0	3.1	34.1	38.0	63	68		紅壤	坡堵 Pu
新屋 底土	SiCL	4.9	1.6	3.4	6.2	34	64			
臺中										
霧峰 表土	SiL	5.3		3.9		74		290	粘板岩	—
霧峰 底土	SiL	6.5		6.1		56		265	砂頁岩	
雲林										
二崙 表土	SiL	6.1							粘板岩	二林、員林 Eh, CYu
二崙 底土	SiL	6.0								
1985年										
臺東										
關山 表土	SiCL	6.3	2.3	6.3	9.2	65	130	189	片岩冲積但客有東海岸山脈土	瑞穗 Js
花蓮										
光復 表土	L	5.7	3.0	72.5	26.3	35	18	163	片岩冲積	瑞穗 Js
花蓮										
鳳林 表土	SiL	5.0	2.5	122.0	55.5	35	15	90	同上	瑞穗 Js
桃園										
龍潭 表土	SiC	5.5	1.8	1.5	5.1	51	85	22	紅壤	湖口 Hk
苗栗										
表土	L	5.0	2.3	6.9	12.3	116	135	143	砂頁岩	福基 Fc

[1]，[2]：同表1.

2.試驗設計及處理

（1）72年秋作及73年春作：除臺中（霧峰）及雲林（二崙）兩地外，各地試驗處理均為氮3變級，磷3變級，鉀2變級之不完全組合，共六處理，四重複，逢機完全區集。臺中（霧峰）及雲林（二崙）兩地之試驗處理為氮3變級各二及四重覆，逢機完全區集（但另設無磷區於試驗區外）。栽培方式除了新園一地為不整地外，餘均為整地播種。整地栽培者於玉米膝高期培土。肥料施用方法係依照肥料手册[(2)]所訂標準方法。各地小區面積均為38.5平方公尺（8～10行區），行株距為70×25公分。

（2）73年秋作及74年春作：除秋作霧峰一處係磷肥用量試驗外，餘均為三要素和鎂素之用量試驗；各地試驗處理均為氮3變級，磷2變級，鉀3變級，鎂2變級之不完全組合，共八處理五重覆，逢機完全區集。霧峰一地之試驗處理為磷3變級，四重覆，逢機完全區集。各試驗地之栽培方式均為

整地播種。肥料施用方法，試驗小區面積及行株距均與72年秋作、73年春作相同。

3.調查分析項目

（1）試驗地土壤之理化性質：於試驗開始前自各試驗地採取表土（0～15公分）和底土（15～30公分）測定質地、pH 和有機質、有效性磷鉀、置換性鉀鎂、非置換性鉀等含量。其中 Bray 氏第一法磷係以 pH3.5 0.025N HCl-0.03N NH_4F 抽出；磷鉬酸銨之還元則使用 L-Ascorbic acid。另採土壤剖面標本以瞭解所屬土系。

（2）雌穗吐絲期穗葉 N P K Ca Mg 等各種要素含量。

（3）穀收量。

結果與討論

1.秋作三要素施肥效應與土壤肥力之關係

秋作各試驗地氮、磷、鉀及鎂不同平準之玉米收量如表3。

表 3. 秋作各試驗玉米收量（臺農351號，t/ha）

Table 3. Grain yield (t/ha) of Tainung 351 at various locations and with different rates of fertilizers (fall crops, 1983 and 1984).

1983年

要素用量（kg/ha）			外埔	二林	鹿草	新營	新園	高樹	霧峰	二崙	全試驗地平均
N	P_2O_5	K_2O									
100	100	50	6.18	8.00	6.57	5.23	6.18	6.92	5.21	8.23	6.57
150	100	50	7.18	8.21	7.07	6.57	6.36	7.61	—	—	7.14
200	100	50	7.29	8.70	7.21	5.69	6.28	7.33	6.36	8.40	7.16
300	100	50	—	—	—	—	—	—	6.50	8.01	—
150	0	50	5.95	8.08	6.69	6.27	6.34	7.31	—	—	6.77
150	50	50	6.78	8.15	6.94	6.49	6.15	7.13	—	—	6.94
150	100	100	7.39	8.88	6.71	6.40	6.16	7.24	—	—	7.13

1984年

要素用量（kg/ha）				外埔	二林	歸仁	鹿草	萬丹	萬巒	關山	霧峰	全試驗地平均
N	P_2O_5	K_2O	MgO[1]									
100	150	50	—	4.30	5.62	6.29	5.71	6.76	5.04	5.37	—	5.58
150	150	50	—	4.77	6.40	6.35	5.89	6.86	5.14	5.80	5.37	5.89 5.82[2]
200	150	50	—	5.03	6.89	6.86	6.26	6.54	4.79	5.21	—	5.94
150	0	50	—	4.34	5.83	6.17	5.57	6.69	5.08	3.45	4.90	5.25[2]
150	75	50	—	4.70	6.64	6.30	5.79	6.88	5.23	5.39	5.13	5.76[2]
150	150	0	—	4.21	5.34	6.28	5.69	6.65	4.98	5.15	—	5.47
150	150	100	—	4.78	7.14	6.52	6.03	6.86	5.15	5.88	—	6.05
150	150	50	145	4.81	6.44	6.55	5.91	6.86	5.45	5.63	—	5.95

1」使用硫酸鎂 500kg/ha（以含有 MgO 29%計算）。

2」8處試驗地平均，餘均為7處試驗地平均。

各試驗地氮、磷、鉀不同平準之玉米收量（包括各區集），經變方分析結果獲悉地點間差異非常顯著。收量對氮、磷、鉀不同平準之效應除72年秋作鉀肥（僅設二變級）外，亦均甚顯著；其中直線效應均較曲線效應顯著。氮、磷、鉀各種要素之效應與地點之間均有顯著的交感，顯示各種要素之效應因地而異。

由表 3 各試驗地氮、磷、鉀不同平準之玉米平均收量可以描繪玉米收量之各種要素平均效應曲線，如圖 2 、圖 3 （上及下左）及圖 6 （上及下左）。此等圖顯示玉米收量對氮和磷之效應較高，鉀之效應較低。由此等圖亦可以推測最高收量之氮、磷、鉀肥需要量及其經濟用量。爰依各要素別檢討肥料需要量，並探討其與土壤肥力之相關。

（1）氮 肥

由圖 1 可見72年各試地收量水準顯著高於73年，但兩年之氮肥效應趨向相同；由各氮肥效應曲線可求得最高產量之氮需要量，兩年均為 180公斤／公頃左右， 再以硫酸錏氮素價格每公斤30元，另加施肥費用 1 成計（33元，合玉米2.2公斤），可求得其經濟用量兩年均為165公斤／公頃。

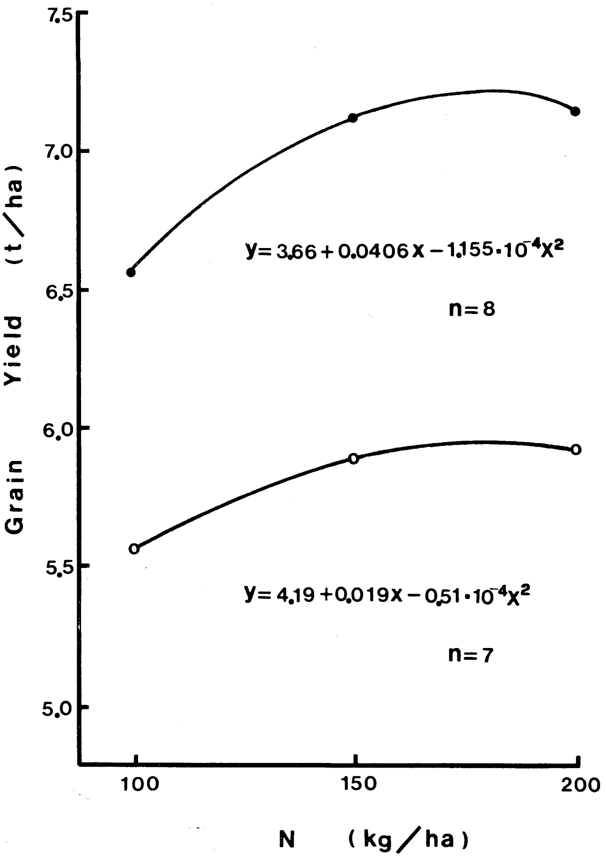


圖 1. 秋作各試地玉米產量之平均氮肥效應（ • 1983 ○ 1984）

Fig 1. Response of Tainung 351 to different levels of nitrogen (fall crops, 1983 and 1984).

氮肥效應之土壤間差異很大，但尚可求得其與土壤有機質含量之關係如圖 2 。由該圖可見有機質含量低的土壤氮肥效應之機會顯然較多，但由於此種土壤之其他生長限制因子亦是較多，氮肥效應未能如期顯現的亦是較多，故氮肥需要量，除了土壤有機物含量外，尚需考慮該地之收量潛力因素。

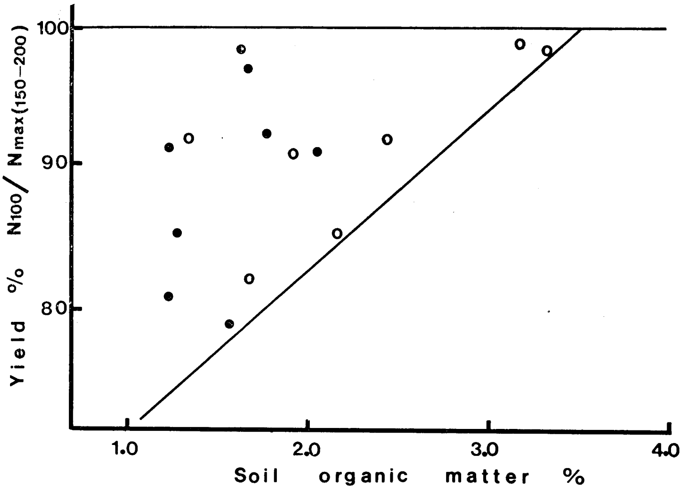


圖 2. 各試驗地玉米產量之氮肥效應（N100區收量除以N150-200最高產量區收量，乘以 100）與土壤有機質含量之關係（• 1983秋作，o 1984秋作）

Fig2. Relationship between soil organic matter content and percent yield responses of corn to nitrogen (fall crops, 1983 and 1984).

（2）磷 肥

各試驗地之平均及不同肥力別磷肥效應如圖 3。1983 年因所設磷酐平準最高僅 100公斤／公頃，收量之效應未見極限（圖 3 上）。1984 年磷酐施用平準提高至 150 公斤／公頃後，此缺點已獲改善（圖 3 下左）。

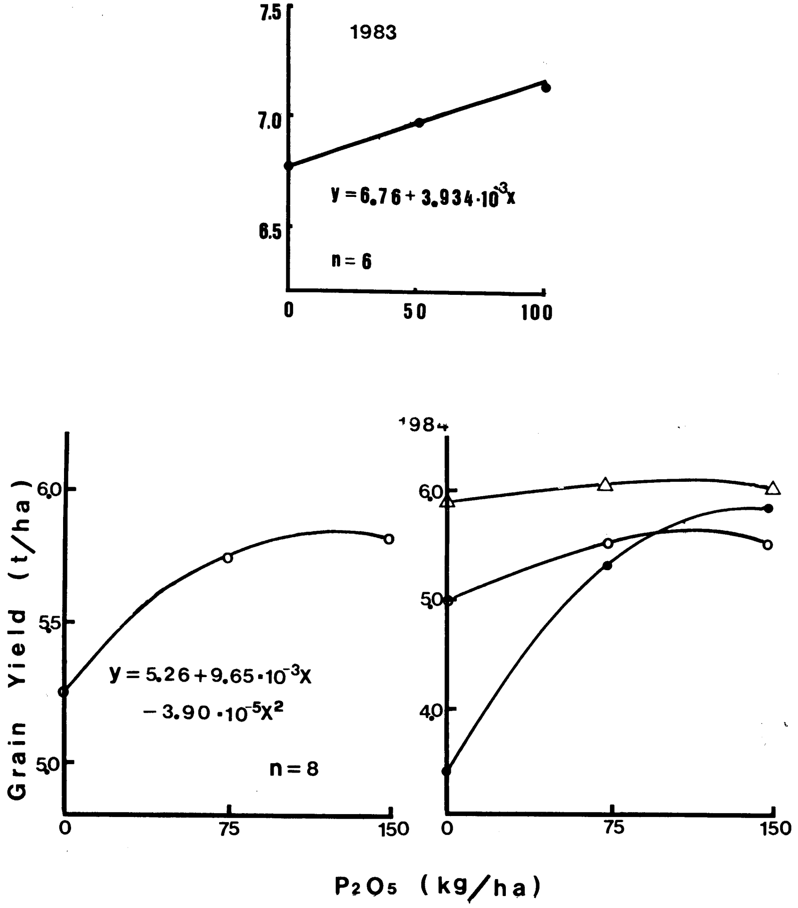


圖 3. 各試地玉米產量之平均和不同肥力別磷肥效應（臺農 351 號，1984秋作）左：8 個地點平均，右：△-△歸仁、鹿草、萬丹、萬巒平均，o—o霧峰、外埔、二林平均，•—•關山。

Fig 3. Response of Tainung 351 to different levels of phosphate(Left: mean of 8 locations. Right: △-△, o-o, •-•; locations with high, medium and low phosphate fertility, respectively,fall crop,1984),

由該圖可求得最高產量之全試驗地平均磷酐需要量爲124公斤／公頃，再以過磷酸鈣磷酐價格每公斤24元，另加施肥費用一成計(26.4元，含玉米1.76公斤)，可求得其平均經濟用量爲100公斤／公頃。另由圖3（下右）可見不同肥力別土壤間之磷肥效應有很大差異；歸仁、鹿草、萬丹、萬巒等地之磷肥力屬中高（表土 Olsen P 18～46ppm, Bray P 24-45ppm)，磷酐需要量低，在 50公斤／公頃以下；霧峰、外埔、二林等地之磷肥力屬低（表土 Olsen P 13～18ppm, Bray P 12-16ppm)，其磷酐需要量在75公斤／公頃左右；關山一地之磷肥力屬極低（表土 Olsen P 及 Bray P 各3.4及5.6ppm）其磷酐需要量高達150公斤／公頃。

圖4.係依據 Cate and Nelson [3] 不連續模型的原則所畫玉米產量反應百分率（P_0/P_{100}）與土壤有效性磷測定值之關係。由此圖可見95%磷效應之表土有效性磷臨界值 Olsen P 及 Bray P 各爲20及 19ppm。圖5係同圖4資料依據 Mitscherlich 氏模式所畫；可見兩種土壤有效磷測定值與磷

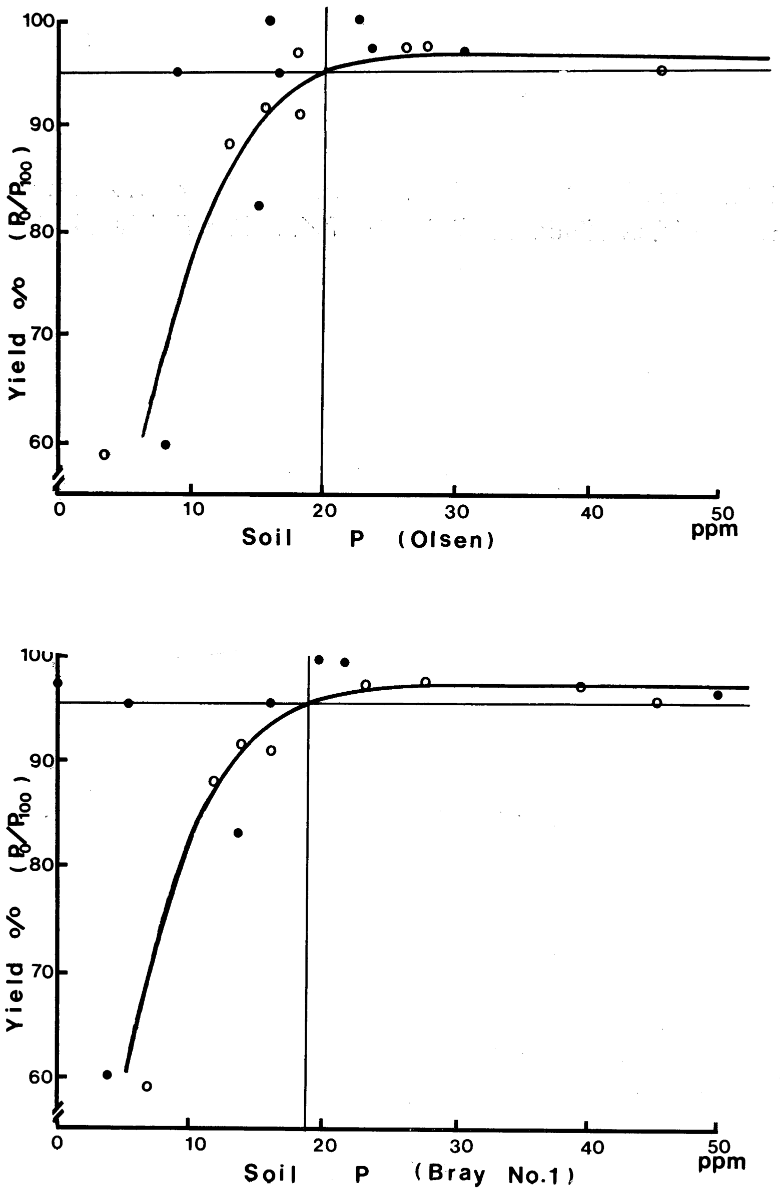


圖4. 依 Cate and Nelson 原則所畫各試地玉米產量之磷肥效應（P_0/P_{100}）與表土有效性磷值之關係（• 1983秋作，○ 1984秋作）

Fig 4. Relationship between soil test values for P by Olsen's and Bray No. 1 methods and percent yield responses of corn as plotted according to Cate and Nelson's model(fall crops, 1983 and 1984).

肥效應之相關以 Olsen 氏法較 Bray 氏第一法爲佳（r＝0.84）。其有效性磷之臨界值亦各在 20ppm 左右，與圖 4 結果相似，而土壤有效磷值如測表土與底土之平均則與磷肥效應之相關更佳（r＝0.94**）。

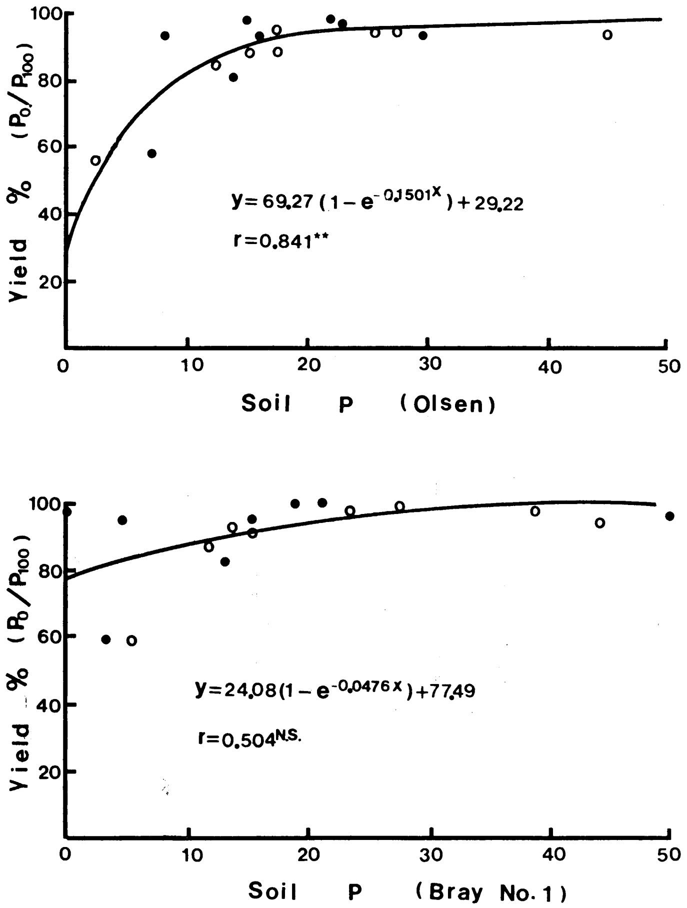


圖 5. 依 Mitscherlich 模式所畫各試地玉米產量之磷肥效應（P_0/P_{100}）與表土有效性磷值之關係（• 1983秋作，o 1984秋作）

Fig 5. The same as in Fig 4 plotted according to Mitscherlich's model.

以上試驗結果所示磷肥效應之土壤有效性磷臨界值較 Hanway 氏[4]所示磷肥效應之土壤基準值（10ppm）爲高，但與過去林家棻氏[5][6]以秋裡作臺南 5 號玉米試驗所測（Bray P, 20-50ppm）比較却低。經研究結果獲悉同爲 Bray 氏第一法，過去所用之抽出液 pH 值與現行者不同；過去所用者係將 1 規定氟化銨 15ml 與約0.5規定之鹽酸（以 SP. G. 1.19 鹽酸 20.2ml 稀釋成 500ml 配製）25ml 配成 500ml 後不另標定；其 pH 值常在 2.5上下變動，因此測定值之變動較大。新法則將二者配成後將 pH 值調至3.5，因此測定值變動較小，同時由於 pH 值顯著高於舊法，所測磷值亦較舊法所測得者低落甚多。據報告[7]二者之關係式爲：$P_{3.5}=-1.893+0.629\ P_{2.6}$；故 pH 3.5 抽出液之測值 20 ppm 相當於 pH2.6 抽出液之測定值 35 ppm。故本試驗所示磷肥效應之臨界值 20 ppm，實質上並不低於林氏所報告者[5]。

玉米吐絲期葉磷的磷肥效應臨界濃度，據 Tyner（1946）及 Dumenil（1961）各爲0.29及0.28～0.32％[8]。Voss 等（1970）[8]則指出期望最高收量的葉片養分濃度係隨着各種環境因子，諸如：玉米連作年數（牧草後），植株密度，土壤生產潛力等而變，强調葉片養分濃度準基值之可變性。渠等示在 Iowa 的 marshall 和 monona 一般情形下，可望95％最高收量的葉片濃度爲0.28％。本

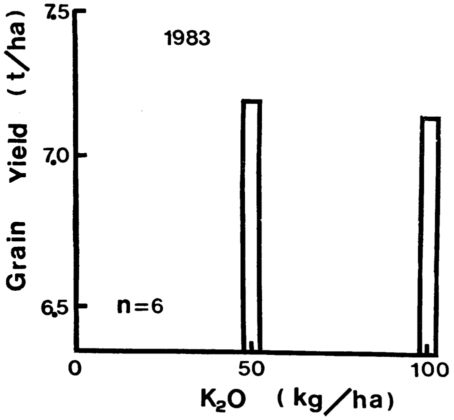
試驗亦示磷肥效應與葉磷濃度略有相關，但變異相當大：在極低（<0.25%）的情形下才可確定缺磷（圖略）。

由以上磷肥效應與土壤有效性磷值之關係以及不同磷肥力地點之磷肥效應曲線可以歸納土壤之磷肥效應診斷基準及磷酐之推荐量如下：

表 4. 表土有效磷測定值與磷肥推荐量

Table 4. Soil testing values for P and the suggested P fertilization.

土壤有效磷含量 (ppm)		P_2O_5 (kg/ha)
Olsen	Bray No. 1	
< 10	< 9	100 ~ 150
10 ~ 20	9 ~ 19	50 ~ 100
20 ~ 30	19 ~ 29	50
> 30	> 29	0 ~ 50



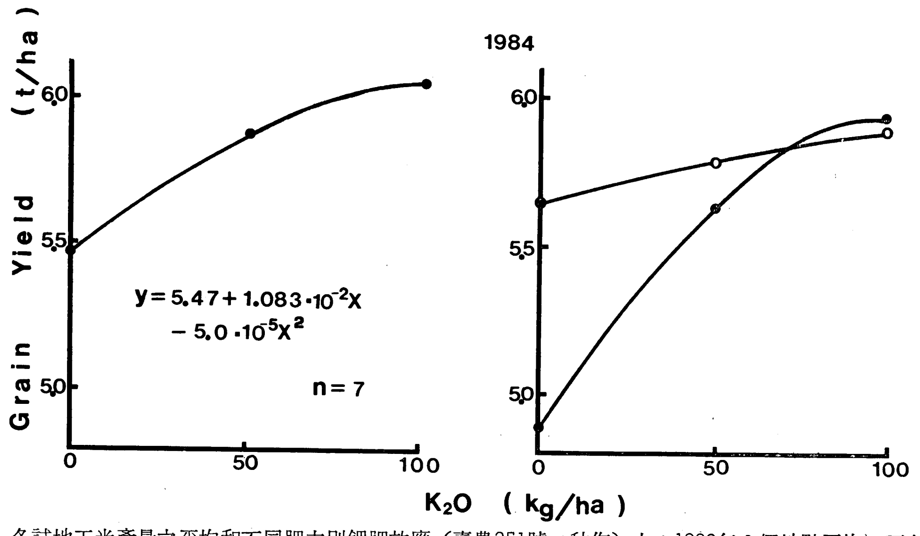


圖 6 各試地玉米產量之平均和不同肥力別鉀肥效應（臺農351號，秋作）上：1983年 6 個地點平均。下左：1984年 7 個地點平均，下右：o—o1984年萬巒、歸仁、鹿草平均，•—• 1984年二林、外埔、關山平均

Fig 6. Response of Tainung 351 to different levels of potash(Above and left: mean of 6 and 7 locations respectively in 1984 and 1985. Right: o-o, •-•; locations with high and low potash fertility).

（3）鉀 肥

各試驗地之平均及不同肥力別鉀肥效應如圖6。由圖6（上及下左）可求得最高產量之全試驗地平均氧化鉀需要量爲 50～108公斤／公頃，再以氯化鉀中氧化鉀價格每公斤 13元，另加施肥費用 1 成計（14.3元 合玉米0.95公斤），可求得其經濟用量爲50～99公斤／公頃，平均則約爲75公斤／公頃。另由圖6（下右）可見萬巒、歸仁、鹿草之表土置換性鉀含量高(72-161 ppm) 鉀肥效應較低（50公斤／公頃左右），而二林、外埔、關山等之表土置換性鉀含量低（23-78 ppm），鉀肥效應則高（100公斤／公頃）

以玉米產量百分率（K_0/K_{100}）所示鉀肥效應與表土的置換性鉀含量有粗略的相關關係（圖6）（與表土和底土測定值平均之關係則更佳），與吐絲期葉片之鉀素濃度亦略有相關（圖略）；置換性鉀吵量 80ppm 可爲95%效應之臨界值。置換性鉀含量與孟立克氏鉀含量有顯著的相關，但與非置換性鉀含量則否（圖8）。

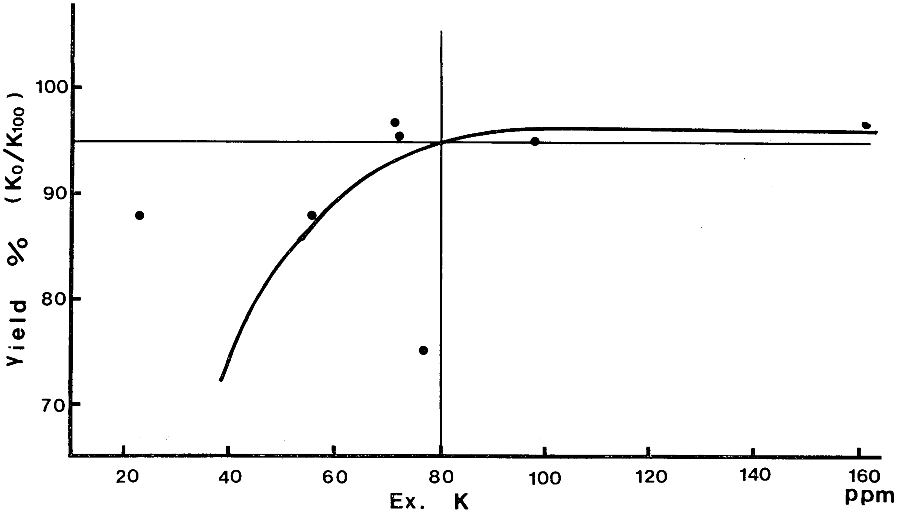


圖 7 玉米產量反應百分率（K_0/K_{100}）與表土交換性鉀含量之關係（1984秋作）

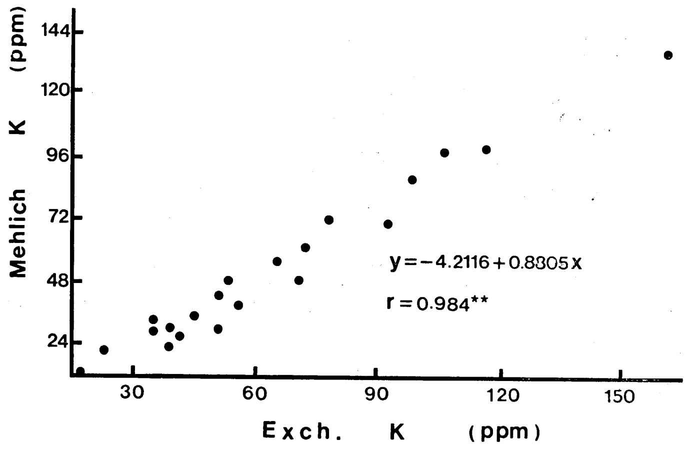
Fig 7. Relationship between exchangeable potassium content of soil and percent yield responses of corn to K (fall crop, 1985).

由鉀肥效應與表土交換性鉀含量之關係以及不同鉀肥力地點之鉀肥效應曲線可以暫定土壤之鉀肥效應診斷基準及氧化鉀推荐量如下：

表 5. 表土有效鉀測定値與鉀肥推荐量

Table 5. Soil testing values for K and the suggested K fertilization.

有效性鉀含量 ppm		K_2O
置換性鉀	孟立克氏法	(kg/ha)
＜ 60	＜ 50	100
60 ～ 80	50 ～ 66	50
＞ 80	＞ 66	0 ～ 50



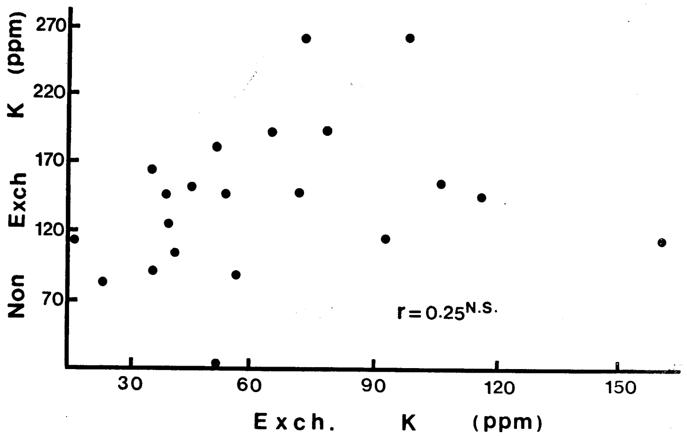


圖 8 置換性鉀含量與孟立克氏法有效鉀和非置換性鉀含量之相關（1984秋作和1985春作 表底土樣本共21個）

Fig 8. Relationship of the content of exchangeable K with those of Mehlich's K and non-exchangeable K (Total of 21 soils including surface and subsurface soils from the locations in 1984 fall and 1985 spring crop experiments).

以上轉作田臺農351號秋作玉米之三要素推荐量（N、P_2O_5、K_2O 各165、100、75 公斤／公頃）高出水稻[2] 甚多，較過去以臺南 5 號爲主之玉米施肥推荐量[2] 亦高；可見稻田轉作由於土壤條件特殊及由於所栽培玉米品種之收量潛力高，其肥料需要量亦是較高。

（4）肥料推荐量與作物吸收量

據本試驗分析結果收量 6.5噸／公頃之玉米植株三要素吸收量爲 N、P_2O_6、K_2O各120、45、100～120 kg/ha；其中子實之三要素奪取量各爲 85、35、24 kg/ha。故 N、P_2O_5 之推荐量各165和100 kg/ha 實際上均已超過由此等要素之植株全吸收量或子實之奪取量；吸收剩餘之磷肥固可蓄積於土壤中而提高其磷肥力，但剩餘氮素在土壤中之動向却值得注意。玉米植株的鉀素吸收量雖然很高（100～120 kg/ha)，但由於土壤中的鉀素供應豐富，本試驗所示鉀肥效應並不高。由於玉米收獲後之殘渣即使在田間燒却，所含鉀素亦將殘留於土壤，故 K_2O 50～75 kg/ha 之鉀肥推荐量已足可支付玉米子實自土壤的奪取量。

2.春作之三要素施肥效應

春作各試驗地玉米收量如表 6。其中73年太麻里、成功、玉里和二崙之氮、磷、鉀效應如圖 9（

新屋、竹北、吉安及霧峰四地因收量太低，不正常不予檢討）。由圖9可見以北部和東部地區爲主之春作玉米收量水準顯然低於以中南部地區爲主之秋作，其三要素需要量亦較秋作低；氮、磷酐、氧化鉀各在100～150，50～100，50公斤／公頃左右。

74年之試驗結果亦與73年大致相同。

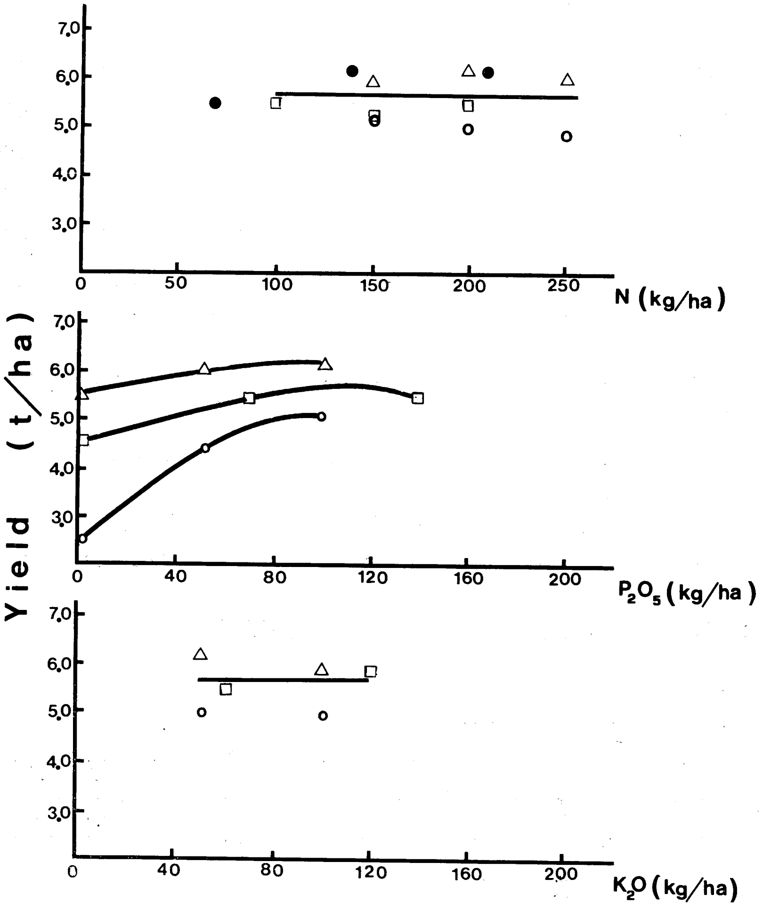


圖 9　各試驗地玉米收量之三要素平均施肥效應（臺農351號，1984春作，○大廍里，△成功，□玉里，●二崙）

Fig 9. Response of Tainung 351 to different levels of fertilizer elements (Spring crop, 1984).

以上各種要素之施肥推荐量係以整地栽培爲主之情形下所定。在不整地情形下因氮肥的損失、固定較多，而土壤氮的礦化供應却減，故氮肥的需求量增多。本試驗雖無針對此問題加以探討，但據Well 氏[9]報告，不整地栽培下之氮素推荐量一般都較整地者多30公斤／公頃左右。

表 6.　春作各試驗玉米收量（臺農351號，t/ha）

Table 6. Grain yield (t/ha) of Tainung 351 at various locations with different rates of fertilizer elements (spring crops, 1984 and 1985).

1984

要素平準[1]			太廍里	成功	玉里	吉安	新屋	竹北	霧峰	二崙
N	P_2O_5	K_2O								
1.0	2.0	1.0	5.22	5.95	5.53	3.21	0.98	2.20	3.69	5.54
1.5	2.0	1.0	5.01	6.12	5.28	3.34	1.19	2.15	4.65	6.11
2.0	2.0	1.0	4.84	5.98	5.48	3.45	1.01	2.07	4.84	6.15
1.5	0	1.0	2.52	5.59	4.72	3.37	0.96	0.79	—	—
1.5	1.0	1.0	4.45	6.04	5.42	3.32	0.91	1.91	—	—
1.5	2.0	2.0	4.98	5.88	5.87	3.93	1.19	1.67	—	—

1985

要素用量(kg/ha) N	P_2O_5	K_2O	Mgo	苗栗	龍潭	鳳林	光復	關山	平均
100	100	50	—	6.19	5.40	2.41	2.99	4.26	4.25
150	100	50	—	6.86	5.94	2.70	3.74	4.66	4.78
200	100	50	—	6.78	5.55	2.80	3.46	4.68	4.65
150	0	50	—	5.47	3.59	2.75	2.99	3.09	3.58
150	50	50	—	6.62	5.86	2.82	3.59	4.07	4.59
150	100	0	—	6.37	5.94	2.63	3.75	4.67	4.67
150	100	100	—	6.52	5.77	2.80	3.71	4.96	4.75
150	100	50	145	6.14	5.99	2.72	3.98	4.68	4.70

1)：太麻里和成功：氮1.0，1.5，2.0平準各代表氮150，200，250公斤／公頃。磷和鉀1.0平準各代表 P_2O_5 和 K_2O 各50公斤／公頃，其他類推。

玉里：氮1.0，1.5，2.0各平準代表氮素100，150，200公斤／公頃。磷和鉀1.0平準各代表 P_2O_5 70公斤／公頃及 K_2O 60公斤／公頃，餘類推。

吉安：氮同玉里。磷和鉀1.0平準各代表 P_2O_5、K_2O 各95及80公斤／公頃，餘類推。

竹北：氮同玉里、吉安。磷及鉀1.0平準各代表 P_2O_5、K_2O 各75及50公斤／公頃，新屋，三要素各平準同太麻里、成功。

霧峰、二崙：氮1.0，1.5，2.0平準各代表氮70，140，210公斤／公頃。

3.鎂肥之效應

（1）葉片鎂、鉀濃度之關係及鎂之缺乏

葉片之鎂濃度與土壤置換性鎂含量相關甚微（圖10上），但與土壤之置換性鎂／鉀比關係却甚顯著（圖10下）。葉鎂濃度與葉鉀濃度有顯著的負相關，而其他要素之間則無任何顯著的相關（表7）。可見玉米植體之鎂吸收受土壤中鉀素濃度或鉀肥用量影響甚大；土壤中置換性鎂含量低固可導致玉米缺鎂，鉀肥用量過多亦會導致缺鎂現象。

表 7 玉米葉片各種要素濃度之相關係數（關山，1984秋作）

Table 7. Correlation coefficients between contents of various elements in the leaves of plant at knee high and silk stages (Kuan-shan, fall crop, 1984)

	膝高期 (knee high stage)				吐絲期 (silk stage)		
	P	K	Ca	Mg	P	K	Mg
N	− 0.09	0.43	0.42	− 0.24	− 0.47	0.19	− 0.19
P		− 0.24	− 0.55	0.19		− 0.26	0.21
K			− 0.25	− 0.86**			− 0.97**
Ca				0.40			

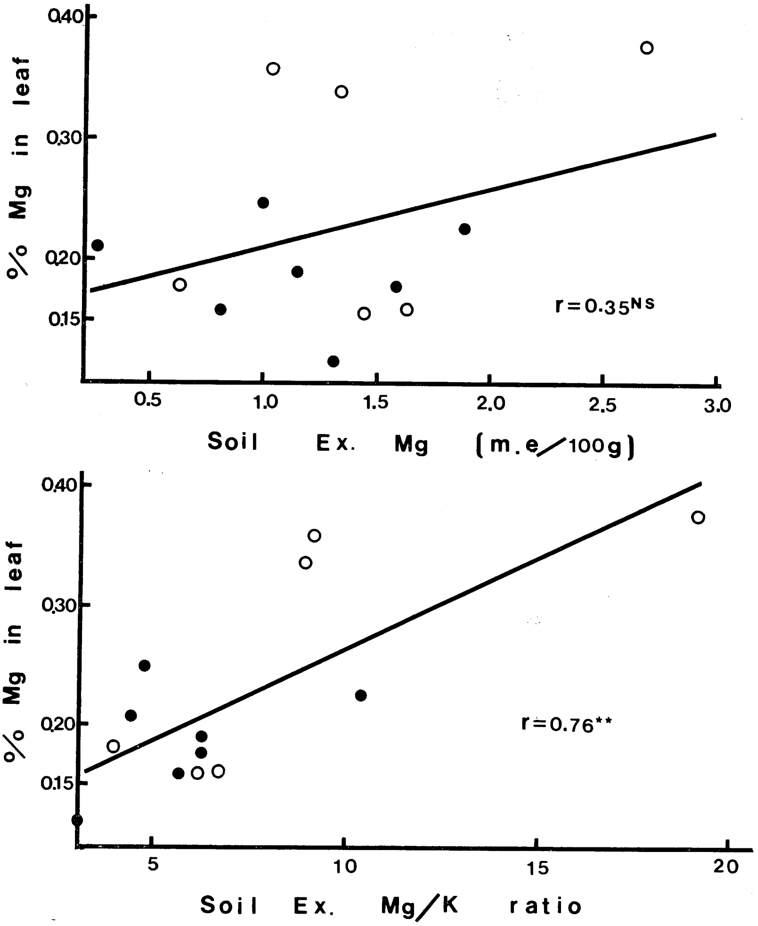


圖 10 吐絲期葉片鎂濃度與土壤置換性鎂含量及鎂／鉀比之關係（○ 1983秋作，● 1984秋作）

Fig 10. Relationship of the content of Mg in leaf with that of exchangeable Mg (above) and the ratio of exchangeable Mg/K content (bottom) in the soils (fall crops, 1983 and 1984).

（2）施用硫酸鎂之效果

由田間觀察，吐絲期葉片之鎂素濃度在0.16%以下者常有缺鎂症狀出現。據報告(10)缺鎂之葉鎂臨界濃度因作物種類和時期而略異；玉米抽穗期雌穗位葉爲0.25%（標準機差0.08%），大豆幼莢形成期剛成熟葉（含葉柄）則爲0.30%（標準機差0.15%）。

本試驗中葉鎂濃度特低之地點爲萬巒、光復和龍潭（表8）。其中萬巒和光復二地固然表現施鎂效果，惟究竟不高（僅增產6%左右，未達顯著標準），而龍潭則全無施鎂效果表現。

光復於施用硫酸鎂後葉鎂濃度有顯著的增高，但萬巒和龍潭之葉鉀濃度很高；其施鎂後葉鎂濃度之未能增高或與此有關。

總之，本試驗中雖有少數地點呈缺鎂徵狀，但施鎂效果却甚有限；詳細情形尙待檢討。

表 8. 各試驗地土壤置換性鎂、鉀含量，植物體鎂、鉀含量及施硫酸鎂效果

Table 8. Contents of exchangeable Mg and K in soil, that of Mg in plant and the effect of magnesium sulfate application at various locations (fall crop 1983 and 1984, and spring crop 1985).

試驗地點	置換性 (me/100g)			膝高期葉片 (%)			吐絲期葉片 (%)			穀收量 (t/ha)	
及期作	Mg	K	Mg/K	Mg	K	Mg*	Mg	K	Mg*	對照區	硫酸鎂區
1983秋作											
外埔	1.03	0.11	9.4	—	—	—	0.36	1.56	—	—	—
二林	2.69	0.14	19.2	—	—	—	0.38	1.85	—	—	—
高樹	0.62	0.15	4.1	—	—	—	0.18	2.28	—	—	—
新園	1.36	0.15	9.1	—	—	—	0.34	1.64	—	—	—
霧峰	1.64	0.24	6.8	—	—	—	0.16	2.50	—	—	—
二崙	1.46	0.23	6.3	—	—	—	0.16	2.86	—	—	—
1984秋作											
外埔	0.82	0.14	5.9	0.25	4.03	0.28	0.16	1.78	0.18	4.77	4.81
二林	0.99	0.20	5.0	0.46	3.94	0.33	0.25	1.89	0.23	6.40	6.44
歸仁	1.89	0.18	10.5	—	—	—	0.23	2.09	0.24	6.35	6.55
鹿草	1.60	0.25	6.4	—	—	—	0.18	2.09	0.16	5.89	5.91
萬巒	1.32	0.41	3.2	0.16	2.16	0.18	0.12	2.35	0.13	5.14	5.45
萬丹	1.15	0.18	6.4	0.23	2.19	0.22	0.19	2.16	0.21	6.86	6.86
關山	0.27	0.06	4.6	0.15	3.01	0.17	0.21	1.78	0.21	5.81	5.63
1985春作											
關山	1.07	0.17	6.3	0.41	4.04	0.43	0.17	2.17	0.20	4.66	4.68
光復	0.12	0.09	1.3	—	—	—	0.12	1.30	0.21	3.74	3.98
鳳林	0.15	0.09	1.7	—	—	—	0.18	0.84	0.25	2.70	2.72
龍潭	0.70	0.13	5.4	—	—	—	0.091	2.76	0.11	5.94	5.99
苗栗	1.11	0.30	3.7	—	—	—	0.17	1.85	0.19	6.86	6.14

*硫酸鎂區

4.玉米收量之土壤間和期作間差異

玉米收量之土壤間差異甚大；以秋作而言，各試地玉米收量在5.0~8.4噸／公頃之間(表 3)。據田間觀察，土壤之物理性及磷的肥力似為影響玉米收量之最主要因素；質地較粘，構造緻密，水滲透性不良者產量較低。此種土壤如於播種時遇雨則影響種子之發芽，並由於土壤構造緻密及磷肥力不高，影響玉米對磷素的吸收，致使其初期生育較差，如新營、霧峰等地是。反之，質地屬砂質壤土而土壤 pH 值又都在中性以上者，非但耕作容易，玉米生育亦較良好，收量較高，如二林、二崙，高樹等地是。

春作之收量水準顯著低於秋作；以二崙一地為例其秋作收量高達8.4噸／公頃，春作卻僅及6.2噸／公頃，其生育上之差異將於另報討論。新屋和竹北之收量只及 1 ~ 2 噸／公頃，係因玉米播種後春雨連綿，生育不良所致。可見北部地區並不適合於玉米之春作栽培，但其秋作由於玉米成熟期間季節風大，亦不見得適合於玉米之栽培。

誌謝：本試驗經費承農委會73農建—2.1—產—125（丙）號及74農建—2.2—糧—27（13）號計畫補助，田間試驗承桃園區農業改良場曾潤錦先生，臺中區農業改良場徐國男先生、臺南區農業改良場謝元德先生、高雄區農業改良場羅瑞生先生、臺東區農業改良場張茂盛先生、花蓮區農業改良場陳忠明先生及本所王鐘和先生分別擔任，並蒙陳春泉先生鑑定試驗地土壤母質及土系，一併誌謝。

參考文獻

1. 行政院農業發展委員會1983・稻米生產及稻田轉作六年計劃草案。影印資料。
2. 行政院農業發展委員會・臺灣省政府農林廳編印（1983修訂），作物施肥手册 p. 35-39.
3. Cate, R. B. and L. A. Nelson 1965. A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data. Inter. Soil Testing Series Tech. Bull. 1. North Carolina State University.
4. Chapman, H. D. (1966). Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, Division of Agricultural Science.
5. 林家棻（1970）・土壤中不同型態磷含量與作物對於磷肥效應之關係，中華農學會新69期19—32。
6. 蘇楠榮（1981）・土壤測定結果的解釋與施肥推荐，「作物需肥診斷技術」，省農試所特刊13號 p. 34-44。
7. 臺灣省農業試驗所農化系土壤肥力室1985・白雷氏第一法萃取液之 pH 對於磷測定值之影響。影印資料。
8. Voss, R. E., J. J. Hanway and L. C. Dumenil (1970). Relationship between grain yield and leaf N P and K concentrations for corn (Zea mays L.) and the factors that influence this relationship. Agron. J. 62 : 726-728.
9. Wells, K. L. 1984. Nitrogen management in the no-till system. In "Nitrogen in Crop Production". ASA.
10. Melsted, S. W., H. L. Motto and T. R. Peck. 1969. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. Agron. J. 61 : 17-20.

Fertilizer Requirements of Corn in the Drained[1] Paddies Related to Soil Fertility[1]

S. Lian[2]

To meet the current situation of large extension of corn in the drained paddies under the Rice Crop Substitution Program, a trial on the fertilizer requirements of the crop in the drained paddies was conducted on 16 and 13 locations, respectively in the fall and spring crop seasons during 1983-1985.

The cultivar tested was Tainung No. 351 which is a mid-maturing variety with growth duration of 120-130 days bred for the Program. The locations of the fall crop experiment were mainly distributed in the central and southern parts of the island, while those of the spring crop experiment were distributed in the eastern, northern and central parts of the island; among the locations, two in the central part of the island were conducted with both crops of the experiment. The results are as follows.

1. In the fall crop, the corn responds to N and P in most of the locations, whereas the response to K is smaller in most of the locations. The mean economic rates for N, P_2O_5 and K_2O are 165, 100 and 75 kg/ha, respectively. As the responses to P and K fertilizations are correlated to Olsen P and Mehlich K(or exchangeable K) respectively, the optimum rates for individual soil are recommended according to a soil testing criteria obtained from this study.

2. The yields of the fall crop on these locations ranged 5.0-8.4 t/ha, showing a large variation among the soils. The phosphate fertility as well as physical properties such as compactness of soils are considered as important fertility factors to be studied further.

3. The responses of corn to N P K as well as the yields are significantly lower in the spring than in the fall crop. The mean optimum rates for N, P_2O_5 and K_2O in the spring crop are 100-150, 50-100 and 50 kg/ha, respectively.

4. The Mg concentration in leaves does not correlate with the content of exchangeable Mg in soils, however, it correlates positively with the ratio of exchangeable Mg/K in soils or negatively with the K concentration in leaves.

There were some locations with low ratio of exchangeable Mg/K in soil showing Mg deficiency symptoms in the plant, however, the response to the application of magnesium sulfate was rather limited.

---

1. Contribution No. 1291 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Soil Scientist Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, 41301, ROC.